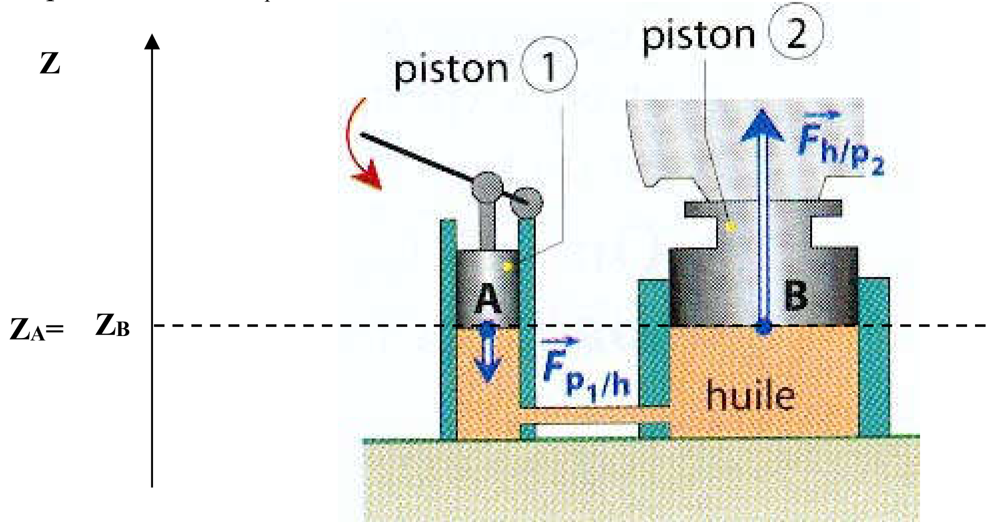
TD N°4

EXERCICE1 :

La figure ci-dessous représente un cric hydraulique formé de deux pistons (1) et (2) de section circulaire.
Sous l'effet d'une action sur le levier, le piston (1) agit, au point (A), par une force de pression $F_{P1/h}$ sur l'huile. L'huile agit, au point (B) sur le piston (2) par une force $F_{p2/h}$
On donne :
- les diamètres de chacun des pistons : D1 = 10 mm; D2 = 100 mm.
- l'intensité de la force de pression en A : $F_{p1/h}$ = 150 N.



1) Déterminer la pression P_A de l'huile au point A.
2) Quelle est la pression P_B ?
3) En déduire l'intensité de la force de pression $F_{h/p2}$.

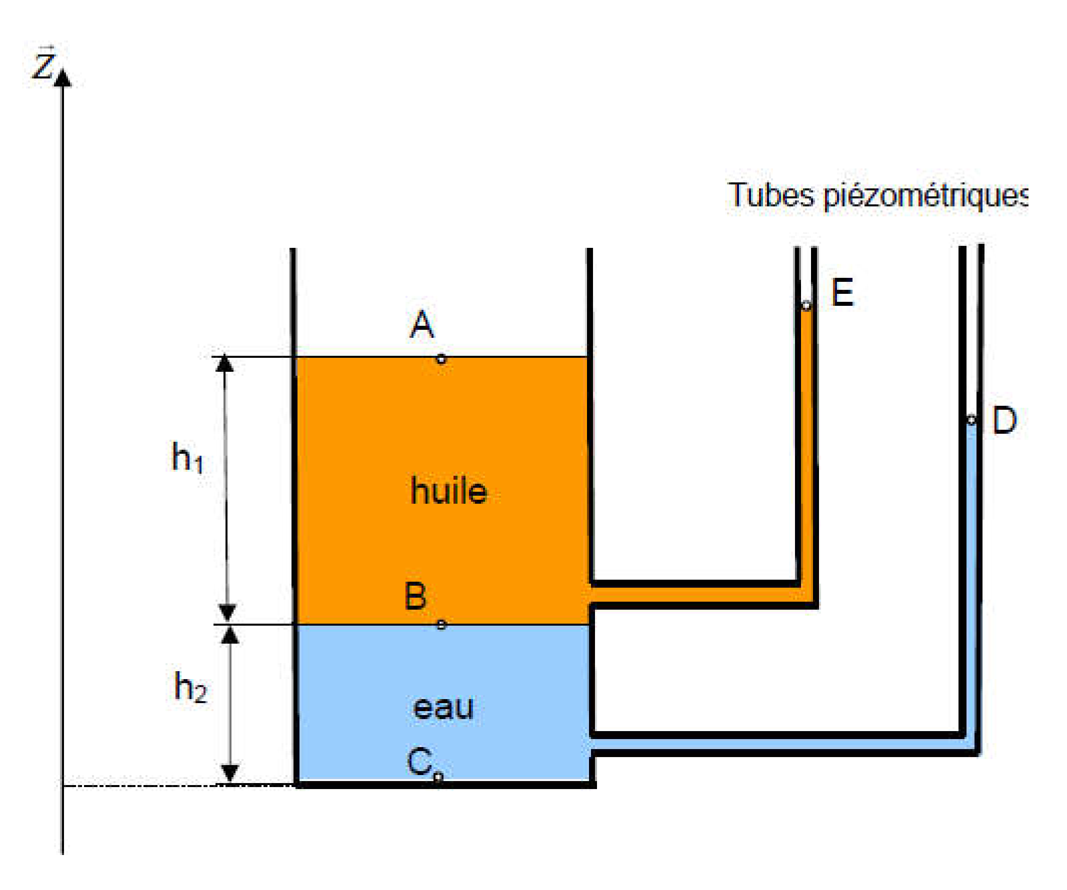
CORRIGE

1) Pression P_A de l'huile au point A: $P_A= (4.F_{p1/h})/(\pi.D_1^2)$ donc $P_A=19.10^5$ Pa
2) RFH (Relation Fondamentale de l'Hydrostatique) entre A et B :
   $P_B-P_A= \rho.g.(Z_A-Z_B)$ or $Z_A=Z_B$ donc $P_B=P_A=19.10^5$ Pa
3) La force de pression en B est $F_{h/p2}= P_B.(\pi.D_2^2/4)$ donc $P_B=0,149.10^5$ N$\approx 0,15.10^5$ N

Commentaire: On constate que la force $F_{p1/h}$ = 150 N est relativement faible par rapport à $F_{h/P2}=150.10^2$ N. Avec ce système nous avons atteint un rapport de réduction de force de presque 100. Ce rapport correspond au rapport des diamètres des cylindres. On utilise souvent le même principe de réduction d'effort dans plusieurs applications hydrauliques (exemple: presse hydraulique).

Exercice 2 :

La figure ci-dessous représente un réservoir ouvert, équipé de deux tubes piézométriques et rempli avec deux liquides non miscibles :
- de l'huile de masse volumique $\rho1=850$ kg/m^3 sur une hauteur h1=6 m,
- de l'eau de masse volumique $\rho2=1000$ kg/m^3 sur une hauteur h2=5 m.



On désigne par:
- A un point de la surface libre de l'huile,
- B un point sur l'interface entre les deux liquides,
- C un point appartenant au fond du réservoir
- D et E les points représentants les niveaux dans les tubes piézométriques,
- Z_C=O.

Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique (RFH) entre les points:

1) B et A. En déduire la pression P_B (en bar) au point B.
2) A et E. En déduire le niveau de l'huile ZE dans le tube piézométrique.
3) C et B. En déduire la pression P_C (en bar) au point C.
4) C et D. En déduire le niveau de l'eau Z_D dans le tube piézométrique.

CORRIGE

1) RFH entre B et A : $P_B \quad P_A = \rho_1.g(\ Z_A \quad Z_B)$ Or PA=Patm et ZA-ZB=h1

Donc $P_B=P_A+ \rho_1.g.h1=10^5+ 850.\ 9{,}81.\ 6 =150031$ Pa =1,5 bar

2) RFH entre A et E : $P_A \quad P_E = \rho\ g\ (Z_E - Z_A)$ Or $P_A=P_E=P_{atm}$

Donc $Z_E = Z_A$ =h1+h2= 6+5=11m

3) RFH entre C et B : $P_C \quad P_B = \rho_2.\ g.\ (Z_B \quad Z_C)$ Or $Z_B-Z_C=h_2$

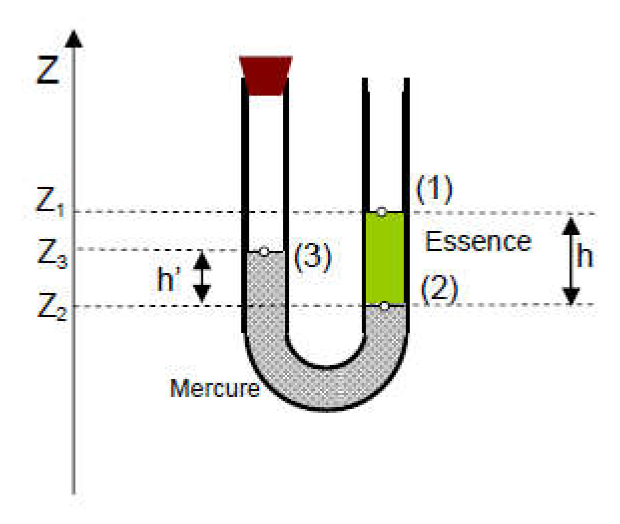
Donc $PC=PB+\rho_2.\ g.h2=150031+1000.\ 9{,}81\ .5 =199081$ Pa = 2 bar

4) RFH entre C et D : $P_C \quad P_D = \rho_2\ .g.\ (Z_D - Z_C)$ Or P_D=Patm et $Z_C=0$

Donc Z_D= (P_C P_D)/(ρ_2 .g)=(199081- 10^5)/(1000.9,81)=10,1 m

Exercice 3 :

Soit un tube en U fermé à une extrémité qui contient deux liquides non miscibles.



Entre les surfaces :
- (1) et (2) il s'agit de l'essence de masse volumique $\rho_{essence}$=700 kg/m^3.
- (2) et (3), il s'agit du mercure de masse volumique $\rho_{mercure}$=13600 kg/m^3.

La pression au-dessus de la surface libre (1) est P_1=Patm=1 bar.
L'accélération de la pesanteur est g=9,8 m/s^2.
La branche fermée emprisonne un gaz à une pression P_3 qu'on cherche à calculer.
1) En appliquant la RFH (Relation Fondamentale de l'Hydrostatique) pour l'essence, calculer la pression P2 (en mbar) au niveau de la surface de séparation (2) sachant que h= (Z_1-Z_2)= 728 mm.
2) De même, pour le mercure, calculer la pression P_3 (en mbar) au niveau de la surface (3) sachant que h'= (Z_3-Z_2)= 15 mm.

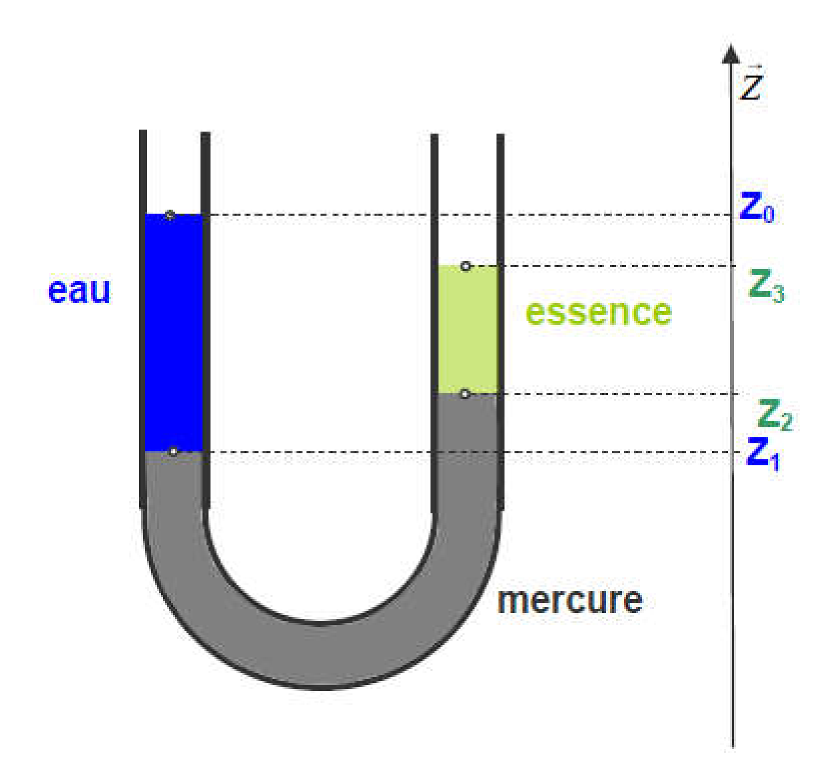
CORRIGE

1) RFH pour l'essence : P_2-P_1 = $\rho_{essence}$ .g.(Z_1-Z_2), donc P_2= P_1+ $\rho_{essence}$ .g. h
A.N : P_2= 10^5+ 700. 9,8. 0,728= 1,05.10^5 pascal=1,05 bar= 1050 mbar

2) RFH pour le mercure : P_2-P_3 = $\rho_{mercure}$ .g.(Z_3-Z_2), donc P_3= P_2- $\rho_{essence}$ .g. h'
A.N : P_3= 1050.10^3 - 13600.9,8.0,15= 1,03.10^5 pascal=1,03 bar= 1030 mbar

Exercice 4 :

On considère un tube en U contenant trois liquides:



- de l'eau ayant une masse volumique $\rho_1 = 1000$ kg/m^3,
- du mercure ayant une masse volumique $\rho_2 = 13600$ kg/m^3,
- de l'essence ayant une masse volumique $\rho_3 = 700$ kg/m^3.

On donne :

$Z_0 - Z_1 = 0{,}2$ m

$Z_3 - Z_2 = 0{,}1$ m

$Z_1 + Z_2 = 1{,}0$ m

On demande de calculer Z_0, Z_1, Z_2 et Z_3.

CORRIGE

D'après (RFH), chapitre 2, on peut écrire:

$P_1 - P_0 = \rho_1.g.(Z_0 - Z_1)$

$P_2 - P_1 = \rho_2.g.(Z_1 - Z_2)$

$P_3 - P_2 = \rho_3.g.(Z_2 - Z_3)$

Puisque que $P_0 = P_3 = Patm$, en faisant la somme de ces trois équations on obtient :

$\rho_1.(Z_0 - Z_1) + \rho_2.(Z_1 - Z_2) + \rho_3.(Z_2 - Z_3) = 0$

Donc $(Z_2 - Z_1)= (\rho_1/ \rho_2). (Z_0 - Z_1)- (\rho_3/ \rho_2). (Z_3 - Z_2)$

AN : $(Z_2 - Z_1)=0{,}0096$ m

Or $Z_1 + Z_2 = 1{,}0$ m donc $Z_1 = 0{,}4952$ m et $Z_2= 0{,}5048$ m

$Z_3 - Z_2 = 0{,}1$ m donc $Z_3=0{,}6048$ m

$Z_0 - Z_1 = 0{,}2$ m donc $Z_0=0{,}6952$ m